Ciencia e Ingeniería
Revista Interdisciplinar de Estudios en Ciencias Básicas e Ingenierías.
Año 2015, Julio-Diciembre, Vol. (2) N° (2) ISSN 2389-9484.
Universidad de La Guajira, Facultades de Ciencias Básicas y Aplicadas e Ingeniería.
La Guajira-Colombia.
Revista en Línea http://revistas.uniguajira.edu.co/index.php/cei



PROTOTIPO DE SISTEMA REMOTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO EÓLICO EN LAS ZONAS RURALES DE COLOMBIA

REMOTE SYSTEM PROTOTYPE FOR THE CHARACTERIZATION OF WIND ENERGY RESOURCE IN RURAL AREAS OF COLOMBIA

Darío Alejandro Vásquez Vega y Juan Andrés Rojas Serrano

Facultad de Ingeniería
Universidad Francisco de Paula Santander
Cúcuta, Colombia
darioalejandrovv@ufps.edu.co.

Recibido: Agosto 20 de 2015 Aceptado: Noviembre 30 de 2015

RESUMEN

Se desarrolla el prototipo de un sistema SCADA para la caracterización del recurso eólico en las zonas rurales de Colombia. El sistema implementado atiende a aspectos tales como análisis estadísticos del viento tanto en velocidad como en dirección, distribuciones temporales de la velocidad y la dirección del viento, censado de condiciones meteorológicas como temperatura, presión y humedad relativa, perfiles verticales de la velocidad del viento, condiciones de turbulencia y factores de ráfaga, que son indispensables en el estudio de viabilidad de un futuro emplazamiento eólico. Gracias a la condición geográfica de las zonas rurales de Colombia se optó por un protocolo de comunicación GPRS bajo una red GSM que se encarga de establecer la comunicación entre el sistema embebido y un servidor web que almacena los datos. Se cuenta con una interfaz gráfica de usuario implementada en un software matemático de desarrollo integrado para la evaluación y caracterización del recurso eólico con el fin de conocer la viabilidad de un emplazamiento eólico in situ. El sistema se muestra de manera prospectiva y para futuros estudios como una herramienta que ayude a mejorar el modelamiento espacial del viento en superficie y a ajustar los perfiles verticales ya existentes, debido a que actualmente en el país se cuenta con una baja densidad de estaciones de referencia

Palabras Clave: SCADA, Sistema embebido, Energía eólica, GPRS.

ABSTRACT

A prototype of a SCADA system for characterizing the wind resource in rural areas of Colombia develops. The implemented system serves aspects as statistical analysis of speed and wind direction, temporal distributions of speed and wind direction, census weather conditions such as temperature, pressure and relative humidity, vertical profiles of wind speed, turbulent conditions and burst factors that are essential in the feasibility study of a future wind site. Due to the geographical condition of rural Colombia, was chosen a communication protocol GPRS on a GSM network that is responsible for establishing communication between the embedded system and a web server that stores data. It has a graphical user interface implemented in a mathematical integrated development software for evaluation and characterization of the wind resource in order to determine the viability of a wind site in situ.The system shown prospectively and for future studies as a tool to help improve the spatial modeling of surface wind and adjust the existing vertical profiles, because the country currently has a low density of reference stations .

Keywords: SCADA, embedded system, eolic energy, GPRS.

---

1. INTRODUCCIÓN

El sistema implementado presenta la arquitectura mostrada en la figura 1, el cual se compone principalmente por las etapas de sensado, adquisición, comunicación, almacenamiento, respaldo y procesamiento de datos, las cuales serán descritas a continuación.

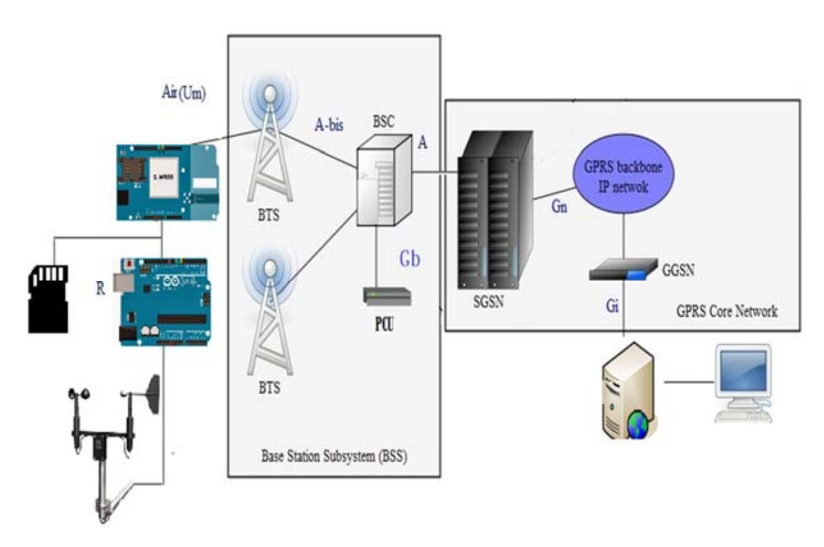


Figura 1. Arquitectura del sistema implementada

Sistema Sensórico

En un estudio de caracterización del recurso eólico, la velocidad y dirección del viento constituyen los dos parámetros más relevantes a tener en cuenta. El prototipo consta de dos anemómetros de cazoletas diseñados en SolidWork con el fin de ser dispuestos a diferentes alturas para así determinar los perfiles verticales de velocidad.

En el caso de la dirección del viento se utilizó la brújula digital HMC5883L con protocolo de comunicación I_2C. La temperatura y presión atmosférica son variables de consideración e inciden sobre la densidad del aire la cual es directamente proporcional a la potencia del viento captada por un aerogenerador, por lo que cuanto más baja sea la temperatura y mayor sea la presión atmosférica, para la misma velocidad de viento la energía eólica extraída será superior.

Por lo tanto se dispone de un sensor BMP180 encargado de realizar lecturas de temperatura con un rango de precisión completa de 0-65°C. Para la presión se cuenta con un rango de operación de 300-1100 hPa y una resolución de 0.02 hPa. Otro parámetro que influye en la capacidad de generación de una turbina eólica es la humedad, por lo que se dispone de un sensor digital DHT11.

Adquisición de datos

El sistema de adquisición de datos se implementó en un sistema embebido de hardware y software de plataforma libre como lo es Arduino UNO. Se eligió este tipo de plataforma debido a que posee ciertas características que lo distingue de otros sistemas de cómputo como su funcionamiento específico al ejecutar una rutina de programación de forma repetitiva, ideal para esta aplicación además del hecho de presentar bajos costos de adquisición (Cambio Climático. 2014.).

La etapa sensórica que realiza la lectura de las variables meteorológicas que influyen en la caracterización del recurso eólico son adquiridas con una frecuencia de muestreo de 1Hz y promediadas en intervalos de 10 minutos. Con el fin de asegurar estos periodos de muestro y además contar con un registro completo de fecha y hora se adiciona un módulo de tiempo real RTC DS1302 que tiene en cuenta periodos de tiempo como años bisiestos y demás (Global Wind Energy Council. 2014).

Sistema de Comunicación

Una comunicación con protocolo GPRS bajo una red GSM permite enlazar el sistema embebido con un servidor web encargado del almacenamiento de los datos adquiridos y procesados. Cabe resaltar que el 75% de los 1.102 municipios de Colombia son predominantemente rurales, el sector rural representa el 94.4% del total de la superficie del País y como tal presenta problemas de infraestructura de distribución eléctrica y redes de comunicación que dificultan el emplazamiento del sistema de monitoreo y caracterización del recurso eólico además de incidir en altos costos que constituyen la primer limitante en los estudios de factibilidad por lo que esta tecnología se presenta como el tipo de comunicación más viable a implementar (United Arab Emirates Ministry of Foreign, 2012).

Una de las principales ventajas de los sistemas embebidos como Arduino es el hecho de que poseen una amplia gama de módulos de expansión como lo es SIM900 de Tinysine, este módulo permite el envío y recepción de datos a través del protocolo GPRS y su configuración se realiza mediante comandos AT, características por las cuales se utilizó en este prototipo.

Sistema de Almacenamiento y respaldo de datos

Google Docs es una plataforma que permite el almacenamiento de información en sus servidores web, por lo que se dispone de una tabla de datos con registros de los promedios en intervalos de 10 minutos de las velocidades a diferentes alturas, dirección, temperatura, presión y humedad del aire además de la fecha y hora en que se adquirieron los registros.

En la realización de un estudio de caracterización del recurso eólico es indispensable contar con el mínimo número de datos faltantes debido a que la naturaleza variante del viento puede generar incertidumbres en su modelamiento (Unidad de Planeación Minero Energética. 2011). Con el propósito de garantizar la mayor presencia de datos en condiciones donde se presenten fallas de comunicación entre el sistema embebido y

el servidor web se dispone de un respaldo de seguridad mediante una memoria de almacenamiento masivo SD anexa al sistema embebido.

Procesamiento de Datos

Las hojas de cálculo donde se almacenan los datos pre-procesados no son herramientas claras para la interpretación, análisis y correcta caracterización del recurso eólico, por lo que esta serie de datos recibe un tratamiento estadístico a través de una interfaz gráfica de usuario diseñada en Matlab y así se dispone de un reporte que presenta análisis del comportamiento de la Temperatura, Presión, Humedad, Velocidad y Dirección del viento a través del tiempo mediante el uso de histogramas, distribuciones de probabilidad continua de WEIBULL, Rosas del viento, Promedios horarios y mensuales, determinación de perfiles verticales de velocidad y gráficas de la intensidad de turbulencia. A continuación se presentan los principales resultados gráficos obtenidos.

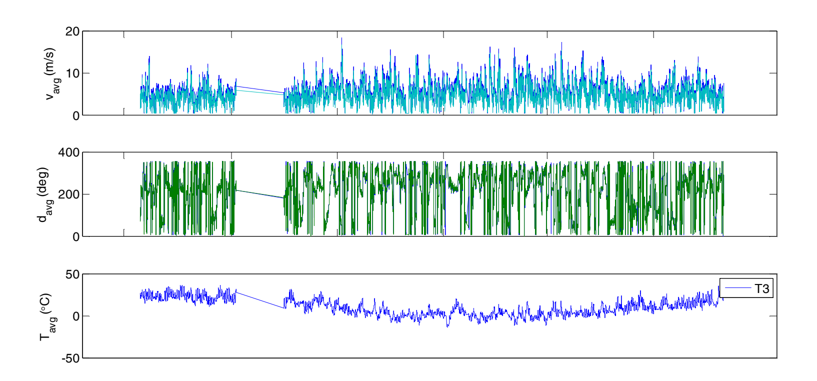


Figura 3. Registros de velocidad, dirección y temperatura del aire con frecuencia de diez minutos.

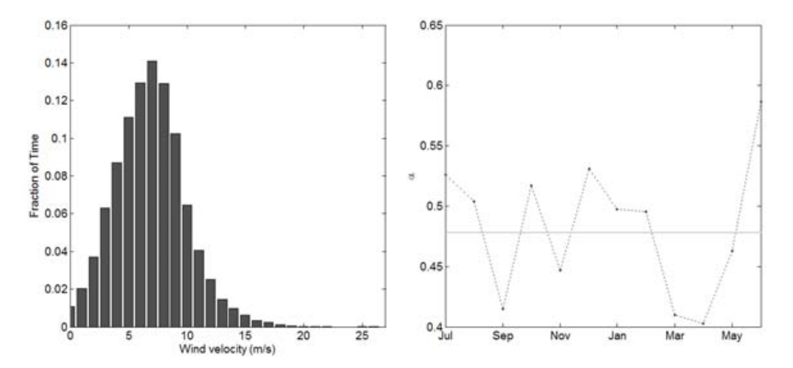


Figura 4. Distribución de probabilidad continua de Weibull y factor de forma mensual.

Figura 5. Rosa de vientos desarrollada en Matlab.

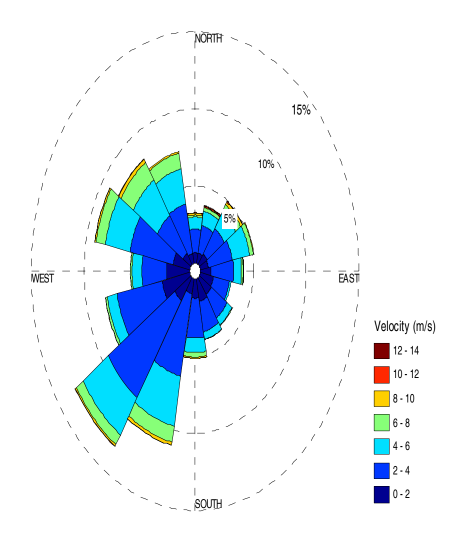


Figura 5. Rosa de vientos desarrollada en Matlab.

II. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. 2011. Boletín Estadístico de Minas y Energía 1990-2010. Bogotá. UPME,

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. CAMBIO CLIMÁTICO 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Quinto informe. Ginebra. (GTII IE5) del IPCC,

UNITED ARAB EMIRATES MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS' DIRECTORATE OF ENERGY & CLIMATE CHANGE, INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY. 2012. Renewable Power Generation Costs in: An Overview. Paris.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. 2014. Global Wind Energy Outlook. Brussels. GWEC,